草地螟阿格姬蜂的滞育诱导和滞育茧的低温贮藏

徐忠宝[1]，刘爱萍[1,*]，徐林波[1]，高书晶[1]，
王建梅[1]，苏春芳[1]，康爱国[2]，张玉慧[2]
（1. 中国农业科学院草原研究所，呼和浩特 010010；2. 康保县植保站，河北康保 076650）

摘要：为了阐明环境因子对草地螟阿格姬蜂 *Agrypon flexorium*（Thunberg）滞育诱导作用，测定了 5 个光周期和 4 个温度处理对阿格姬蜂的滞育诱导和该蜂感受光周期的敏感虫态以及不同时间段低温贮藏对滞育虫茧的影响。结果表明：在 17 ~23℃、光照时间 10 ~14 h 范围内，随着温度的降低和光照时间的缩短，滞育率明显提高。高温能抵消短光照对滞育诱导的影响，在 26℃下，短光照不能诱导滞育。因此，低温和短光照是诱导草地螟阿格姬蜂滞育的主要因子。草地螟阿格姬蜂感受滞育信号的敏感虫态为卵和 1 龄幼虫。卵和 1 龄幼虫感受滞育信号以后，需要在滞育环境中发育到老熟幼虫才能全部进入滞育。将室内诱导的滞育茧在 4℃左右环境条件下冷藏 80 d，成蜂的羽化率和寄生能力与没有冷藏的非滞育茧差异不显著，冷藏 120 d，滞育茧仍有 71.7% 可以正常羽化。结果说明，可在 17℃，光周期 8L∶16D 条件下对寄生后 3 d 内的草地螟 *Loxostege sticticalis* 幼虫进行滞育诱导，滞育后的虫茧最佳贮藏时间为 80 d，不宜超过 120 d。本研究为室内扩繁、防止蜂源退化、控制寄生蜂发育时间以便适时释放提供了参考依据。

关键词：草地螟；草地螟阿格姬蜂；滞育诱导；光周期；温度；低温储藏
中图分类号：Q965 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2013)10-1160-06

Diapause induction and cold storage of diapause cocoons in *Agrypon flexorium* (Hymenoptera: Ichneumonidae)

XU Zhong-Bao[1], LIU Ai-Ping[1,*], XU Lin-Bo[1], GAO Shu-Jing[1], WANG Jian-Mei[1], SU Chun-Fang[1], KANG Ai-Guo[2], ZHANG Yu-Hui[2] (Grassland Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China; 2. Plant Protection Station of Kangbao County, Kangbao, Hebei 076650, China)

Abstract: To understand the effects of temperatures and photoperiods on diapause induction of *Agrypon flexorium* (Thunberg), the process of induction, the sensitive stage that was susceptible to photoperiod and the effect of low temperature on the storage was investigated. The results showed that when the temperature was between 17 – 23℃ and day length was 10 – 14 h, the diapause rate significantly increased with the decrease of temperature and day length. High temperature counteracted the effect of short day length. When the temperature was 26℃, photoperiod had no effect on diapause. Thus, lower temperature and shorter day length were the major factors that induced diapause of the parasitoid. The parasitoid accepted the signal for diapause at the egg and 1st instar larval stages. The pre-pupae entered diapause only if the eggs and 1st instar larvae had been reared in the temperature and the photoperiod for diapause induction till they matured. The emergence rate and the parasitic ability showed no significant difference between adults emerged from the diapause cocoons stored in the temperature of 4℃ for 80 d and those from the non-diapause cocoons without cold storage. After cold storage for 120 d, the emergence rate of the diapause cocoons still reached 71.7%. The results suggested that the photoperiod of 8L∶16D at 17℃ had diapause induction effect on parasitized host larva. The optimal storage time of diapause cocoons is 80 d and should not be more than 120 d. The study provided some reference information for indoor propagation, preventing wasp degeneration and field releasing.

Key words: *Loxostege sticticalis*; *Agrypon flexorium*; diapause induction; photoperiod; temperature; cold storage

---

基金项目：农业部“948”项目(2011-G4)；公益性行业(农业)科研专项经费项目(201103002)；“十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD13B07)
作者简介：徐忠宝，男，1987 年生，山东泰安人，硕士研究生，研究方向为害虫生物防治，E-mail：yannisxu@gmail.com
* 通讯作者 Corresponding author，E-mail：liuaiping806@sohu.com
收稿日期 Received：2013-04-28；接受日期 Accepted：2013-06-19

草地螟 *Loxostege sticticalis* (Linnaeus)(鳞翅目：螟蛾科)是我国北方草地最重要的害虫之一，该害虫发生面积广，数量大，食性杂，几乎各种牧草均可取食，严重危害我国北方农作物和草原，造成重大经济损失(张树坤等，1987)。草地螟以老熟幼虫滞育越冬，是一种典型的长日照发育型种类(田孝义和高世金，1986)。光周期、温度及其交互作用均对草地螟滞育诱导具有重要影响，其中光周期起主导作用，温度伴随着光周期起作用。对幼虫滞育诱导最有效的光周期是 12L∶12D；随着温度的升高，临界光周期呈缩短趋势，21℃时草地螟对光照反应最敏感时期为 4 龄和 5 龄幼虫(黄少虹等，2009)。草地螟一年发生 2～3 代，老龄幼虫从 9 月开始作茧，以老龄幼虫越冬，越冬代成虫于翌年 5 中下旬出现(崔万里，1992)。针对草地螟严重的危害势头，田间多采用化学防治方法，但大量施用化学药剂，严重影响了农作物的质量，而且造成环境污染，生物多样性降低，天敌控制力下降。因此，改变当前以化学防治为主的草地螟防治方法已成为牧草产业发展的当务之急，充分发挥自然因素如寄生性天敌的作用来控制草地螟成灾，具有十分重要的意义(张跃进等，2008)。

但到目前为止，真正能够利用寄生蜂在田间有效控制草地螟种群的报道不多，比较成功地应用于生产上的只有赤眼蜂。草地螟阿格姬蜂 *Agrypon flexorium* (Thunberg)(膜翅目：姬蜂科)是草地螟高龄幼虫的内寄生蜂(王淑芳，1984)。调查发现草地螟阿格姬蜂主要选择 3－5 龄幼虫寄生，被寄生的幼虫继续发育直至作茧化蛹，寄生蜂幼虫在寄主的越冬幼虫体内继续发育至老熟幼虫，并随寄主幼虫越冬，其田间最高寄生率可达 92%，室内平均寄生率达 60%，其种群数量和优势度指数都比较高，种群变动趋势跟草地螟的种群变动趋势也相似，具有明显的跟随现象，该蜂是当地寄生草地螟的优势种群，对草地螟的发生起着有效的抑制作用，因此草地螟阿格姬蜂可以作为防治草地螟幼虫有效的自然资源而加以繁殖与应用。为了开发利用这一宝贵的天敌资源，必须采用人工繁殖释放的途径。但采用传统连代繁殖的方法蜂种容易退化而且不易长期保存，给田间释放带来了很大的困难；通过改进繁殖技术，人为诱导该蜂进入滞育状态，可使保存期大大延长(王德安和浑之英，1992；Yasuhara and Momoi，1997)。本研究采用室内模拟实验，研究了草地螟阿格姬蜂滞育形成的条件和滞育茧的冷藏方法，结果报道如下。

1　材料与方法

1.1　试虫与饲养

2011 年 4 月份在河北康保县邓油坊地区采集草地螟越冬虫茧，准备 35 cm×25 cm×8 cm 纸盒，铺上 5 cm 厚已灭菌的蛭石、粘土混合物，仿照草地螟自然入土方式，将茧埋入到土中，每盒 250 头，然后放入温度 23±1℃，光周期 16L∶8D，相对湿度(RH) 60%～70% 的光照培养箱中待草地螟成虫羽化，每天适量喷水，保持一定湿度，但不宜过多，以防感染白僵菌，雌雄蛾交配后产下的卵，放入垫有滤纸的大培养皿(直径 100 mm)中，滤纸滴入2～3 滴清水，用保鲜膜封口后，针刺多个小孔，放入恒温培养箱 23±1℃，待幼虫孵出后放入 15 cm×10 cm×8 cm 养虫盒中用新鲜的灰菜叶饲喂，每天更换一次，为了减少幼虫的死亡，应尽量减少更换叶片时对幼虫的损伤，采用轻轻抖动或震荡叶片使幼虫自行脱落到新鲜叶片上，1－2 龄幼虫所处环境湿度保持在 70%～80%，3－5 龄幼虫所处环境保持在 60% 左右。

在草地螟成虫羽化过程中同时收集羽化的草地螟阿格姬蜂；另外，在呼和浩特市郊区玉米田与西瓜地交界的灰菜、苜蓿上可以采集到草地螟阿格姬蜂，带回实验室，放入指形管中，饲喂 20% 蜂蜜水，在温度 23±1℃，RH 60%～70%，光周期 16L∶8D 的光照培养箱中饲养。

1.2　滞育状态下草地螟阿格姬蜂幼虫各个龄期发育历期的确定

室内将草地螟 4 龄幼虫作为寄主，蜂虫比 2∶30 进行寄生，40% 寄主被寄生并羽化出草地螟阿格姬蜂，然后对寄生蜂进行滞育诱导，从寄主 3 龄幼虫开始解剖，每隔 2 d 解剖 5 头幼虫，重复 3 次，待幼虫入土继续解剖，观察寄主体内寄生蜂的虫态，在体视显微镜下观察寄生蜂幼虫各个龄期发育状态并确定发育历期。

1.3　不同温度和光周期对草地螟阿格姬蜂滞育的影响

实验选择 4 个不同温度(17℃，20℃，23℃和 26℃)5 个不同的光周期(8L∶16D，10L∶14D，12L∶12D，14L∶10D 和 16L∶8D)，共设 20 个处理，每个处理重复 3 次，每次重复放置 30 头已被寄生的寄主幼虫(被寄生的草地螟幼虫活动力明显减弱，虫

体腹面发黄，未被寄生的草地螟幼虫腹面为白色)，放入光照培养箱中，在不同的处理条件下饲养，每天为其供应新鲜的灰菜或豌豆苗，待幼虫生长至末龄时放入盛有灭菌土的一次饭盒中(土层厚度 10 cm 左右)。观察记录被寄生后寄主幼虫的生长发育情况，从寄主幼虫入土到寄生蜂羽化，如果时间超过 45 d，视为草地螟阿格姬蜂已滞育，将时间超过 45 d 的活虫茧，从土中挑选出，轻轻挤捏虫茧外壳，饱满且结实的为活的滞育虫茧，干瘪的为死虫茧，记录每个处理滞育虫茧数，最后统计草地螟阿格姬蜂滞育虫态的形成与温度及光周期之间的关系。

1.4 阿格姬蜂感受光周期的敏感虫期测定

实验 1：收集同一天被寄生蜂寄生的寄主幼虫在非滞育环境下(温度 26 ±1℃，光周期 16L∶8D)，分别处理 0，2，4，6，9 和 13 d 后，转移到滞育环境中(温度 17 ±1℃，光周期 8L∶16D)继续饲养，每天为寄主幼虫供应新鲜的灰菜叶或豌豆苗，待幼虫生长至末龄时放入盛有灭菌土的一次性饭盒中(土层厚度 10 cm 左右)。自幼虫入土作茧时起，在 45 d 内草地螟阿格姬蜂未能羽化，认定草地螟阿格姬蜂进入滞育状态，将时间超过 45 d 的活虫茧，从土中挑选出，轻轻挤捏虫茧外壳，饱满且结实的为活的滞育虫茧，干瘪的为死虫茧，记录每个处理滞育虫茧数，以此记录非滞育茧和滞育茧的数量。实验共 6 个处理，每个处理重复 3 次，每个重复放置 40 头寄主幼虫。

实验 2：收集同一天被寄生的寄主幼虫在滞育环境中(温度 17 ±1℃，光周期 8L∶16D) 分别处理 3，6，9，12 和 16 d 后，转移到非滞育环境中(温度 26 ±1℃，光周期 16L∶8D)继续饲养，被寄生幼虫处理方法同实验 1 中方法。实验共 5 个处理，每个处理重复 3 次，每个重复放置 40 头寄主幼虫。

1.5 冷藏保存对滞育茧的羽化及成蜂寄生能力的影响实验

滞育茧的保存方法：将温度 17 ±1℃，光周期 8L∶16D 条件下诱导的滞育茧放置于盛有湿润灭菌土的一次性饭盒中，然后将其放入冰箱的冷藏室(4 ±2℃)中保存。滞育虫茧分别贮存 40，80，120，160，200，240，280 和 300 d 后从冰箱中取出放入 23℃，光周期 16L∶8D 光照培养箱中，每天喷水保持湿度，观察低温贮藏不同时间后滞育茧的羽化量。实验 8 个不同贮存期作为 8 个处理，每个处理重复 3 次，每个重复放置 40 ~50 个滞育茧。

将上述 8 个不同贮存期羽化的雌雄蜂放入指形管中，提供 10% 的蜂蜜水补充营养，在 22 ±1℃，14L∶10D 的条件下饲养，待其交配后放入养虫盒中，并放入 30 头 4 龄草地螟幼虫，以未冷藏羽化出的寄生蜂为对照，待幼虫寄生后让入湿润灭菌土中入土作茧，并补充为寄生的幼虫，直至雌蜂死亡，观察记录草地螟阿格姬蜂雌雄寿命、产卵期、羽化头数。每个处理重复 5 次。

1.6 数据统计与分析

利用 Excel 2003 进行数据整理，使用 DPS 数据处理软件进行方差分析，差异显著性检验采用 Duncan 氏新复极差法。

2 结果与分析

2.1 滞育状态下草地螟阿格姬蜂幼虫各发育阶段发育历期

未滞育状态下，阿格姬蜂由卵发育至预蛹经历 13 d，共 5 龄；1，2，3 和 4 龄幼虫的发育时间分别为 2，2，3 和 2 d；滞育情况下，由卵发育至预蛹经历 18 d，1，2，3 和 4 龄幼虫的发育时间分别为 3，3，3 和 4 d。

2.2 温度和光周期对草地螟阿格姬蜂滞育的影响

由表 1 可以发现诱导草地螟阿格姬蜂滞育的主要环境因子是低温与短光照，而且低温起主导作用，光周期只在适当低温范围内起作用。在 26℃时，任何光照长度均不能诱导草地螟阿格姬蜂进入滞育；在温度 17 ~23℃下，草地螟阿格姬蜂滞育率随光周期光照时数的延长而逐渐下降，特别在 17 和 20℃低温下，8 ~12 h 光照诱导了 61.6%~100% 个体进入滞育，表明该寄生蜂是典型长日照型昆虫。然而，该蜂的滞育诱导强烈受到温度的影响，在 23℃时只有 0.7%~13.6% 的个体在短光周期下被诱导进入滞育；在 26℃时全部个体发育，短光周期诱导滞育的作用完全消失。

2.3 草地螟阿格姬蜂感受光周期的敏感虫态

从表 2 中可以看出，在高温、长光照条件(温度 26℃，光周期 16L∶8D)下，将卵或生长至 1 龄的寄生蜂幼虫转移到低温、短光照环境(温度 17℃，光周期 8L∶16D)中继续培养，全部个体进入滞育，滞育率为 100%；将生长至 2 龄或 3 龄的幼虫，转移到低温、短光照环境中，部分个体进入滞育，2 龄期幼虫接受滞育条件后的滞育率为 18.7%，3 龄期幼虫的为 4.5%；将生长至 4 龄的幼虫或预蛹，

转移到低温、短光照环境中，没有个体进入滞育，滞育率均为 0。

在低温、短光照条件下(温度 17℃，光周期 8L∶16D)，将生长至 1 龄或 2 龄的寄生蜂幼虫转移到高温、长光照(温度 26℃，光周期 16L∶8D)环境中继续培养，没有个体进入滞育；将生长至 3 龄或 4 龄的幼虫，转移到高温、长光照环境中，部分个体进入滞育，前者滞育率为 5.9%，后者的滞育率为 30.1%；在低温、短光照条件下生长至预蛹，再转移到高温、长光照环境中，滞育率为 100%。

因此，草地螟阿格姬蜂感受滞育信号的敏感虫期主要为卵期和 1 龄幼虫，感受滞育信号后，卵和 1 龄幼虫在滞育条件下继续发育到 4 龄幼虫或预蛹全部进入滞育。

2.4 低温贮藏对草地螟阿格姬蜂羽化的影响

从表 3 可以看出，被寄生草地螟幼虫入土作茧后，在 4℃ 冰箱中贮藏 40 和 80 d 后转移到 26℃，16L∶8D 光照培养箱中，羽化率分别为 82.3% 和 80.5%，与对照组非滞育茧的羽化率相比无显著性差异($P>0.05$)；雌、雄蜂寿命、产卵持续时间、寄

表 1 室内条件下温度和光周期对草地螟阿格姬蜂滞育的影响

Table 1 Effects of temperature and photoperiod on diapause incidence of *Agrypon flexorium* in the laboratory

光周期 Photoperiod	17℃		20℃		23℃		26℃	
	结茧数 Number of cocoons	滞育率(%) Diapause rate	结茧数 Number of cocoons	滞育率(%) Diapause rate	结茧数 Number of cocoons	滞育率(%) Diapause rate	结茧数 Number of cocoons	滞育率(%) Diapause rate
8L∶16D	70	100 Aa	125	90.5 ± 0.8 Aa	102	13.6 ± 0.3 Aa	74	0 Aa
10L∶14D	65	100 Aa	108	70.3 ± 0.9 Bb	63	10.5 ± 0.7 Ab	101	0 Aa
12L∶12D	81	100 Aa	128	61.6 ± 1.4 Cc	73	0.7 ± 0.5 Bc	95	0 Aa
14L∶10D	90	52.6 ± 1.1 Bb	132	8.6 ± 0.4 Dd	81	0 Bd	112	0 Aa
16L∶8D	62	20.8 ± 0.5 Cc	96	2.8 ± 0.9 Ee	93	0 Bd	98	0 Aa

表中数据(平均值 ± 标准误)经 Duncan 氏新复极差检验，同列数据后不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)；不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)；下表同。Data (mean ± *SE*) followed by different capital letters in the same column differ significantly at $P<0.01$ by Duncan's test, while those followed by different small letters differ significantly at $P<0.05$. The same for the following tables.

表 2 草地螟阿格姬蜂感受滞育信号的敏感虫态

Table 2 Sensitive stage of *Agrypon flexorium* to diapause induction signal

转移前发育时间(d) Developmental time before transferring	发育期 Developmental stage	结茧数 Number of cocoons	滞育率(%) Diapause rate
实验 1 Test 1：26℃，16L∶8D→17℃，8L∶16D			
0	卵 Egg	36	100 Aa
2	1 龄幼虫 1st instar larva	51	100 Aa
4	2 龄幼虫 2nd instar larva	48	18.7 ± 0.3 Bb
6	3 龄幼虫 3rd instar larva	39	4.5 ± 0.1 Bb
9	4 龄幼虫 4th instar larva	46	0 Cc
13	预蛹(茧) Pre-pupa (cocoon)	50	0 Cc
实验 2 Test 2：17℃，8L∶16D→26℃，16L∶8D			
3	1 龄幼虫 1st instar larva	52	0 Dd
6	2 龄幼虫 2nd instar larva	60	0 Dd
9	3 龄幼虫 3rd instar larva	63	5.9 ± 0.8 Cc
12	4 龄幼虫 4th instar larva	60	30.1 ± 0.4 Bb
16	预蛹(茧) Pre-pupa (cocoon)	49	100 Aa

表 3 低温贮藏对草地螟阿格姬蜂的影响

Table 3 Effects of cool storage at low temperature on *Agrypon flexorium*

贮藏时间(d) Storage time	羽化率(%) Emergence rate	寿命 Adult life span (d) ♀	寿命 Adult life span (d) ♂	产卵期(d) Egg-laying period	寄生率(%) Parasitism rate
40	82.3 ± 0.6 Aa	15.5 ± 0.5 Aa	13.6 ± 0.4 Aa	4.6 ± 0.8 Aa	30.6 ± 1.1 Aa
80	80.5 ± 0.4 Aa	14.2 ± 0.4 Aa	13.2 ± 0.8 Aa	4.4 ± 0.6 Aa	30.8 ± 0.2 Aa
120	71.7 ± 1.2 Bb	10.4 ± 0.3 Bb	10.8 ± 0.6 Bb	2.6 ± 0.8 Bb	20.4 ± 0.5 Bb
160	64.8 ± 0.9 Cc	9.5 ± 0.3 Bb	8.2 ± 0.5 Cc	2.1 ± 0.4 Cc	20.0 ± 0.8 Bb
200	59.6 ± 0.8 Dd	6.8 ± 0.5 Cc	4.6 ± 0.6 Dd	1.1 ± 0.7 Dd	10.9 ± 0.7 Cc
240	48.9 ± 0.9 Dd	6.4 ± 0.7 Cc	4.2 ± 0.7 Dd	1.2 ± 1.0 Dd	10.5 ± 1.2 Cc
280	45.2 ± 1.1 De	5.3 ± 0.6 Dd	3.8 ± 0.9 Ee	0.9 ± 0.8 Dd	9.8 ± 0.9 Cc
300	20.3 ± 0.5 Ff	3.1 ± 0.1 Ee	2.6 ± 0.4 Ef	1.1 ± 0.3 Dd	6.2 ± 0.1 Dd
非滞育虫茧(CK) Non-diapause cocoon	79.9 ± 0.3 Aa	14.6 ± 0.3 Aa	13.1 ± 0.8 Aa	5.1 ± 0.4 Aa	30.4 ± 0.8 Aa

寄生率是指被寄生幼虫数与供寄生幼虫数的比值。Parasitism rate was defined as the ratio of the number of parasitized larvae to the number of tested larvae.

生率与对照组也均无显著性差异($P > 0.05$)。结果说明，草地螟阿格姬蜂滞育虫茧低温贮藏 40 d 和 80 d 对其羽化率、寿命、产卵、寄生率没有较大影响，因此时间 40 d 或 80 d 可以作为适宜的贮藏时间。当滞育茧低温贮藏 120 d 时，羽化率为 71.7%，与对照组差异显著($P < 0.01$)，与贮藏 80 d 的羽化率差异显著($P < 0.01$)，雌、雄蜂寿命分别为 10.4 d 和 10.8 d，产卵期为 2.6 d，寄生率下降到 20.4%。从各项指标来看，贮藏 120 d 滞育虫茧各项指标与对照组相比都发生了明显变化，在大量贮存或繁殖过程中，仍可以被实际操作者接受，所以时间 120 d 仍可以作为比较适宜的贮藏时间。但当贮藏时间到达 200 d 或者超过 200 d 后，各项指标与对照组都有显著性差异，贮藏 200 d 后其羽化率大于 50%，产卵期只有 1 d，寄生率约为 10%，这些指标相对较低，对于室内繁蜂和实验工作带来了不便。因此，被草地螟阿格姬蜂寄生的草地螟虫茧在低温 4℃时最适宜贮藏时间为 80 d，最长贮藏时间不宜超过 120 d。

3 讨论

自然界中，温度具有季节变化的规律，往往伴随着光周期的变化，经过一段时间的低(高)温昆虫可被诱导进入滞育。在一些寄生蜂中温度常是决定其滞育的主要因素，而光周期的作用则不明显，如菜粉蝶盘绒茧蜂 *Cotesia glomerata*，幼虫在低温 10℃下处理 20 d 后，全部个体进入滞育，光周期对其滞育作用甚小。在一些寄生蜂中当温度与光周期共同作用于寄生蜂，温度一定程度上能抵消光周期在滞育诱导中的作用(王常平等，2005)。浑之英等(2005)通过室内实验发现，低温、短光照是中红侧沟茧蜂滞育的主要因素，在低于 26℃条件下，滞育率随光照长度的缩短而提高，当温度高于 26℃后，短光照对其滞育诱导不起作用。温度不仅能抵消光周期的作用，而且在一些寄生蜂中能改变其临界光周期，Brown 和 Philllips(1990)证实红足侧沟茧蜂 *Microplitis croceipes* 为长日照反应型寄生蜂，18℃下，其临界光周期为 11L∶13D，当温度上升为 21℃时，其临界光周期转变为 10.5L∶13.5D。本研究通过室内实验发现，低温是诱导草地螟阿格姬蜂滞育的主导因素，在一定程度上能抵消光周期在滞育诱导中作用，当温度为 26℃时，短光照对草地螟阿格姬蜂滞育不起作用。

有关寄生蜂滞育时间的调控国内外研究较多，如 Pivnick(1993)研究发现中红侧沟茧蜂滞育期可达 120 d。红足侧沟茧蜂滞育状态能维持 240 d (Brown and Phillips, 1990)。赤眼蜂 *Trichogramma maidis* 在 3℃下滞育储存可达 12 个月(Voegele *et al.*, 1986)，显然寄生蜂滞育时间决定了蜂种的保存时间。此外，滞育后再次生长发育的寄生蜂，其寿命、生活力、繁殖力均有所增强。如滞育后的中红侧沟茧蜂抗逆性增强，羽化整齐，繁殖力高，田间寄生率和防治效果显著提高。本研究中，被寄生

的草地螟虫茧在4℃低温条件下贮藏80 d后，寄生蜂羽化率、雌雄蜂寿命、产卵期、寄生率与对照组非滞育虫茧相比无显著性差异，因此80 d可以作为最适宜贮藏时间；当贮藏120 d后，其羽化率、雌雄蜂寿命、产卵期、寄生率与贮藏80 d相比略低，但对于室内繁殖寄生蜂来说仍可接受，因此，在17℃，光周期8L∶16D条件下诱导产生的草地螟滞育虫茧最佳贮藏时间为80 d，不宜超过120 d。

参考文献（References）

Brown JR, Phillips JR, 1990. Diapause in *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 33(6): 1125 – 1129.

Cui WL, 1992. Biological characteristics of the meadow moth. *Entomological Knowledge*, 29(5): 289 – 292. [崔万里, 1992. 草地螟生物学特性的观察. 昆虫知识, 29(5): 289 – 292]

Huang SH, Jiang XF, Luo LZ, 2009. Effects of photoperiod and temperature on diapause induction in the beet webworm *Loxostege sticticalis* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae). *Acta Entomologica Sinica*, 52(3): 274 – 280. [黄少虹, 江幸福, 罗礼智, 2009. 光周期和温度对草地螟滞育诱导的影响. 昆虫学报, 52(3): 274 – 280]

Hun ZY, Wang DA, Lu ZY, Pan WL, 2005. Diapause induction and cold storage of diapause cocoons in *Microplitis mediator* (Haliday). *Acta Entomologica Sinica*, 48(5): 655 – 659. [浑之英, 王德安, 路子云, 潘文亮, 2005. 中红侧沟茧蜂滞育诱导和滞育茧的冷藏. 昆虫学报, 48(5): 655 – 659]

Pivnick KA, 1993. Diapause initiation and pupation site selection of the braconid parasitoid *Microplitis mediator* (Haliday): a case of manipulation of host behaviour. *Canadian Entomologist*, 125(5): 825 – 830.

Tian SY, Gao SJ, 1986. Studies on diapause of beet webworm. *Acta Agriculturac Boreali-Sinica*, 1(2): 105 – 110. [田绍义, 高世金, 1986. 草地螟滞育性的研究. 华北农学报, 1(2): 105 – 110]

Voegele J, Pezzol J, Raynaud B, Hawlitzky N, 1986. Diapause in trichogrammatids and its advantages for mass rearing and biological control. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent.*, 51(3a): 1033 – 1039.

Wang CP, You LS, Xiao F, Xiao SH, 2005. Bionomics of *Cotesia glomerata* as a parasitoid of *Pieris rapae*. *Hunan Agricultural Sciences*, (3): 51 – 53. [王常平, 游兰韶, 肖芬, 肖顺华, 2005. 菜粉蝶盘绒茧蜂的生物学特性. 湖南农业科学, (3): 51 – 53]

Wang DA, Hun ZY, 1992. Diapause and overwintering characteristics of *Microplitis mediator*. *Chinese Journal of Biological Control*, 8(2): 141. [王德安, 浑之英, 1992. 中红侧沟茧蜂生物学特性观察. 生物防治通报, 8(2): 141]

Wang SF, 1984. New species of Chinese *Agrypon forester* II. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 9(3): 309 – 314. [王淑芳, 1984. 中国阿格姬蜂属记述Ⅱ. 动物分类学报, 9(3): 309 – 314]

Yasuhara A, Momoi S, 1997. Photoperiodic response and life cycle of *Coccygomimus luctuosus* Smith. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 41(3): 133 – 139.

Zhang SK, Liu MF, Li QR, 1987. The occurrence prediction and comprehensive research of the meadow moth in Shanxi Province. *Plant Pest Forecast*, (Suppl. 1): 82 – 97. [张树坤, 刘梅风, 李齐仁, 1987. 山西省草地螟发生规律、预测预报及其综合治理的研究. 病虫测报, 增刊1: 82 – 97]

Zhang YJ, Jiang YJ, Jiang XF, 2008. Advances on the key control techniques of *Loxostege sticticalis* in China. *China Plant Protection*, 28(5): 15 – 19. [张跃进, 姜玉英, 江幸福, 2008. 我国草地螟关键控制技术研究进展. 中国植保导刊, 28(5): 15 – 19]

（责任编辑：袁德成）